

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 197 55 652 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:

**B 05 D 1/06**

B 05 B 5/00

⑯ Anmelder:

Dreßler, Peter, Dr.-Ing., 01067 Dresden, DE

⑯ Aktenzeichen: 197 55 652.3

⑯ Anmeldetag: 8. 12. 1997

⑯ Offenlegungstag: 30. 3. 2000

⑯ Zusatz zu: 197 02 800.4

⑯ Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

⑯ Entgegenhaltungen:

DE 197 02 800 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum elektrostatischen Beschichten von Gegenständen in einer Pulverwolke

## Beschreibung

## Anwendungsbereich der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum elektrostatischen Beschichten von Gegenständen in einer Pulverwolke aus geladenen Pulverteilchen, wobei die Gegenstände geerdet sind.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Pulverteilchen werden z. B. durch an Hochspannung liegende Koronaelektroden oder reibungselektrisch aufgeladen. Zur Anwendung bei der Beschichtung kommen dabei Sprühpistolen oder Tauchbecken, in denen sich in einer fluidisierten Pulverschicht Aufladeelektroden befinden. Die geerdeten Gegenstände werden dabei in der aufgeladenen Pulverwolke vor den Sprühpistolen oder durch Eintauchen in die aufgeladene und fluidisierte Pulverschicht beschichtet.

Die bekannten technischen Lösungen zur Erzeugung geladener Pulverteilchen haben folgende Nachteile:

- zum Zerstäuben mit Sprühpistolen werden ein Vorratsbehälter mit Pulverpumpe benötigt
- für einen großen Pulverdurchsatz ist eine große Luftmenge erforderlich,
- die Pulverwolke breitet sich in den Raum aus, und es muß eine Pulverrückgewinnung eingebaut werden,
- mit Sprühpistolen können nur Pulver mit einem mittleren Durchmesser von etwa 60 µm aufgetragen werden,
- Entzündungsgefahr der elektrisch aufgeladenen Pulverwolke durch Funken vom Aufladeorgan nach Erde bei den verwendeten Aufladespannungen von  $\pm 60$  kV bis  $\pm 90$  kV,
- die Koronaelektroden erzeugen ein hohes elektrisches Feld zum geerdeten Gegenstand, man erhält eine ionenreiche Pulverwolke, wobei es zu Beschichtungsfehlern, wie Rücksprühkratern und zu starker Kantenbildung, kommt,
- zur maximalen Fluidisierung der Pulverschicht in einem Tauchbecken wird ebenfalls eine große Luftmenge benötigt.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum elektrostatischen Beschichten von Gegenständen in einer Pulverwolke von geladenen Pulverteilchen zu entwickeln, wo die beschriebenen Nachteile weitestgehend vermieden werden.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Beschichten von Gegenständen in einer Pulverwolke von geladenen Pulverteilchen zu entwickeln, wo – wie bei Sprühpistolen – kein Vorratsbehälter mit Pulverpumpe benötigt wird, eine große erforderliche Luftmenge vermieden wird, eine Rückgewinnung entfällt, alle Pulverdurchmesser einsetzbar sind, die Explosionsgefahr verringert und Beschichtungsfehler beseitigt werden. Außerdem sollen die großen Luftmengen bei der Beschichtung in der aufgeladenen fluidisierten Pulverschicht eines elektrostatischen Tauchbeckens verringert werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß erfahrungsgemäß eine schwach fluidisierte Pulverschicht über dem Anströmboden des elektrostatischen Tauchbeckens angeordnet ist. In dieser befinden sich niederohmige Aufladeelektroden als Platten, wobei jeweils zwei über Distanzstücke in einem Abstand von vorzugsweise 3 mm miteinander verbunden sind und einen Sprühspalt bilden. Mehrere Sprühspalte werden zu Wabenelementen zusammengefaßt. Die niederohmigen Aufladeelektroden haben am unteren Ende Ansauglöcher. Vor diesen Ansauglöchern befindet sich ein DüSENSchlauch, der Düsen hat und über die Druckluft von außen in den Sprühspalt geblasen wird. Diese Druckluft erzeugt einen Sog, und das Pulver aus der Pulverschicht wird angezogen, tritt oben aus dem Sprühspalt aus und bildet eine geladene Pulverwolke. Die Platten als Aufladeelektroden können unten eine größere Distanz, z. B. 100 mm bis 150 mm, haben als oben, dort sind es z. B. 3 mm. Sind diese zwei Platten seitlich verschlossen und sitzen sie etwa in einem Abstand von 1 mm über dem Anströmboden auf, können die Druckluft von außen und der DüSENSchlauch entfallen, und die Zerstäubungsluft wird vom Anströmboden geliefert. In die schwach fluidisierte Pulverschicht, die eine geringe Höhe von wenigen Zentimetern, z. B. 10 cm, hat und die deshalb auch wenig Luft benötigt kann z. B. auch ein Trichter aus Kunststoff oder Glas eingetaucht werden, wobei die große Öffnung nur gering über dem Anströmboden angeordnet ist und einen Durchmesser von etwa 100 mm hat.

Dadurch wird von einer relativ großen Fläche des Anströmbodens Luft in den Trichter geblasen. Der Trichter enthält keine Aufladeelektrode. Die niederohmigen Aufladeelektroden sind an den Wänden des Tauchbeckens angeordnet und tauchen ganz in die schwach fluidisierte Pulverschicht ein. Die Pulverteilchen werden durch die Aufladeelektroden mit einer Aufladespannung von  $\pm U_a \approx 5$  bis 15 kV aufgeladen, durch Unterdruck in den Trichter gesaugt und von dort über die obere Trichteröffnung von etwa 10 mm Durchmesser und mittels einem nachfolgenden Prallkörper zu einer aufgeladenen Pulverwolke zerstäubt. Dabei ist interessant, daß die Pulverteilchen als Wolke keine Ionen transportieren und damit in Hohlräume eindringen und den Faraday-Effekt überwinden. Es ist festzuhalten, daß die Aufladeelektroden völlig vom Werkstück isoliert sind und nur die ionenfreie Pulverwolke zum Werkstück gelangt. Dadurch ist eine zusätzliche Sicherheit zwischen Werkstück und Elektroden gegeben, die eine Entzündungsgefahr der Pulverwolke zwischen beiden verhindert. In der schwach fluidisierten Pulverschicht können auch über dem gesamten Anströmboden Trichter mit Prallkörpern verteilt sein. Diese bilden dann eine sogenannte Zerstäubungswabe. Damit wird eine das ganze Tauchbecken füllende gleichmäßige Pulverwolke erzielt, die den in sie eingetauchten Gegenstand gleichmäßig beschichtet. Somit können auch größere Drahtwaren, wie Spüleneinsätze, Körbe usw., beschichtet werden. Die Trichter als Zerstäubungswabe können am oberen Ende auch von einer Trennplatte aus Kunststoff mit Rückflußlöchern umgeben sein. Damit kann überschüssiges Pulver durch die Rückflußlöcher in die Pulverschicht zurückfließen. Außerdem sind die Hochspannung führenden niederohmigen Aufladeelektroden zusätzlich isoliert angeordnet, und die Sicherheit bei der Beschichtung der geerdeten Gegenstände wird weiter erhöht.

Die Sicherheit wird zusätzlich erhöht, wenn das Tauchbecken aus nichtbrennbarem Material, z. B. TROVICEL 200 – PVC – hart – Integralschaumplatten der Firma Hüls Troisdorf AG, besteht.

Anstelle von mehreren Trichtern kann auch ein länglicher Hohlkörper, der unten offen ist und oben mehrere Düsen hat, in die schwach fluidisierte Pulverschicht gestellt werden. Sind im Rohr der Trichter an Hochspannung liegende Wabenelektroden angeordnet, wird die Pulveraufladung erhöht.

Werden die Trichter durch eine mechanische Vorrichtung noch gehoben und gesenkt, ergeben sich dichtere Pulverwolken.

Zu der Pulverwolke von unten können auch seitliche Pulverwolken erzeugt werden, wenn an einigen Trichterrohren Schwenkarme angeordnet werden, die seitlich und in der Höhe verstellbar sind. Damit wird angepaßt an den geerdeten Gegenstand dieser von den Seiten und von unten beschichtet und eine gleichmäßige Beschichtung erzielt.

Zur Erhöhung der Sicherheit können die an den Wänden des Tauchbeckens angeordneten Aufladeelektroden entsprechend der Höhe der schwach fluidisierten Pulverschicht durch isolierplatten abgedeckt werden. Auch können die Aufladeelektroden in der Höhe der Höhe der schwach fluidisierten Pulverschicht angepaßt werden.

#### Ausführungsbeispiel

Anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen soll die Erfindung näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt eine seitliche Anordnung von zwei Sprühspalten 7, die durch Distanzstücke 24 verbunden sind und ein Elektrodenpaket 9 bilden. Die niederohmigen Aufladeelektroden 8 sind über elektrische Leiter 10 und den Schutzwiderstand 22 an den Hochspannungsanschluß 11 angegeschlossen. Über die Luftzuführung 1 wird Fluidisierungsluft 2 in den Anströmräum 3 und danach durch den porösen Anströmboden 5 in die Pulverschicht 6 des Tauchbeckens 4 geleitet, die schwach fluidisiert wird. Die Sprühspalte 7 sind unten von einem Düenschlauch 14, der Düsen 12 besitzt und in den Druckluft 13 eingeleitet wird, abgeschlossen. Durch Ansauglöcher 6 gelangen angesaugte Pulverteilchen 15 in die Sprühspalte 7 und erzeugen darüber die aufgeladene Pulverwolke 17, in der sich der geerdete Gegenstand 21 befindet und beschichtet wird. Die Sprühspalte 7 sind seitlich durch einen Sprühspaltverschluß 23 verschlossen. Das Elektrodenpaket 9 sitzt auf dem Längssteg 19 eines Elektrodenhalters 18, der auf Querstegen 20 befestigt ist.

Fig. 2 zeigt die seitliche Anordnung eines Elektrodenpaketes 9 in Längsrichtung auf dem Längssteg 19 mit seinen Querstegen 20. Das Elektrodenpaket 9 besitzt unten in den Sprühspalten 7 Düenschläuche 14, die Düsen 12 besitzen und in die Druckluft 13 eingeleitet wird. Seitlich haben die Sprühspalte 7 Ansauglöcher 16. Auf den Längsstegen 19 sind Elektrodenhalter 18 angeordnet, auf die die Elektrodenpaketes 9 aufgesteckt sind. Die Sprühspalte 7 sind durch Distanzstücke 24 zum Elektrodenpaket 9 verbunden und seitlich durch Sprühspaltverschlüsse 23 verschlossen.

Fig. 3 zeigt mehrere Elektrodenpaketes 9, die eine Beschichtungswabe 25 bilden. In der aufgeladenen Pulverwolke 17 wird der geerdete Gegenstand 21 in Längsrichtung bewegt und beschichtet.

Fig. 4 zeigt einen Ansaugtrichter 26, der sich im Tauchbecken 4 in der schwach fluidisierten Pulverschicht 6 befindet. Über die Luftzuführung 1 wird die Fluidisierungsluft 2 in den Anströmräum 3 und über den porösen Anströmboden 5 in die Pulverschicht 6 geblasen. Die Pulverteilchen der schwach fluidisierten Pulverschicht 6 werden durch die niederohmigen Aufladeelektroden 8, die einen Hochspannungsanschluß 11 haben, aufgeladen, durch die Anströmluft über die Pulverzuführung 32 in den Ansaugtrichter 26 gesaugt und über Pulverzuführkanäle 33 und den Prallkörper 28 zur aufgeladenen Pulverwolke 17 zerstäubt. Der geerdete Gegenstand 21 wird in der aufgeladenen Pulverwolke 17 beschichtet. Durch die Ansaugtrichterbewegung 27 mit geringer Frequenz erhält man eine dichtere aufgeladene Pulverwolke 17.

Fig. 5 zeigt zusätzlich zu Fig. 4 eine Trennplatte 29, über

die über Rückflußlöcher 30 zurückfallendes Pulver wieder in die schwach fluidisierte Pulverschicht 6 gelangen kann.

Fig. 6 zeigt zusätzlich zu Fig. 4 im Ansaugtrichter 26 angeordnete wabenartige Elektroden 38, die an einen weiteren Hochspannungsanschluß 36 angeschlossen sind.

Fig. 7 zeigt mehrere Ansaugtrichter 26, die den gesamten porösen Anströmboden 5 als Zerstäubungswabe 37 ausfüllen, alle wabenartige Elektroden 38 besitzen, die am Hochspannungsanschluß 36 angeschlossen sind. Die aufgeladene Pulverwolke 17 erfüllt das gesamte Tauchbecken 4.

Fig. 8 zeigt des weiteren zu den vorhergehenden Figuren Ansaugtrichter 26, die mit Schwenkarmen 34 versehen sind und die über Prallkörper 28 zusätzlich seitliche Pulverwolken 35 erzeugen.

15

#### Bezugszeichenliste

- 1 Luftzuführung
- 2 Fluidisierungsluft
- 3 Anströmräum
- 4 Tauchbecken
- 5 poröser Anströmboden
- 6 Pulverschicht
- 7 Sprühspalt
- 8 niederohmige Aufladeelektrode
- 9 Elektrodenpaket
- 10 elektrischer Leiter
- 11 Hochspannungsanschluß
- 12 Düsen
- 13 Druckluft
- 14 Düenschlauch
- 15 angesaugte Pulverteilchen
- 16 Ansauglöcher
- 17 aufgeladene Pulverwolke
- 18 Elektrodenhalter
- 19 Längssteg
- 20 Quersteg
- 21 geerdeter Gegenstand
- 22 Schutzwiderstand
- 23 Sprühspaltverschluß
- 24 Distanzstück
- 25 Beschichtungswabe
- 26 Ansaugtrichter
- 27 Ansaugtrichterbewegung
- 28 Prallkörper
- 29 Trennplatte
- 30 Rückflußlöcher
- 31 Anströmluft
- 32 Pulverzuführung
- 33 Pulverzuführungskanäle
- 34 Schwenkarme
- 35 seitliche Pulverwolke
- 36 Hochspannungsanschluß
- 37 Zerstäubungswabe
- 38 wabenartige Elektroden

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrostatischen Beschichten von Gegenständen in einer Pulverwolke, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Sprühspalt durch Unterdruck, der durch über einen Düenschlauch zugeführte Druckluft erzeugt und in den Sprühspalt mündende Düsen im Düenschlauch durch Ansauglöcher aus einer schwach fluidisierten Pulverschicht Pulver ansaugt und oberhalb des Sprühspaltes zu einer Pulverwolke zerstäubt wird, und daß der Sprühspalt, der aus niederohmigen Aufladeelektroden gebildet wird, an Hochspannung ange-

schlossen ist, wodurch die Pulverwolke elektrostatisch aufgeladen wird und sich die geladenen Pulverteilchen auf einen in die Pulverwolke eingetauchten Gegenstand niederschlagen.

2. Verfahren nach einem weiteren Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß sich in einer schwach fluidisierten Pulverschicht, die eine geringe Höhe von wenigen Zentimetern, z. B. 10 cm, hat und die deshalb auch wenig Luft benötigt, ein Ansaugtrichter befindet, der aus dem Anströmboden Luft entnimmt und durch Sog aus der schwach fluidisierten Pulverschicht Pulverteilchen ansaugt, die durch in der schwach fluidisierten Pulverschicht angeordnete niederohmige Aufladeelektroden mit einer Aufladespannung von  $\pm 5$  bis 15 kV aufgeladen werden, und über Pulverzuführungskanäle im Rohr des Ansaugtrichters und einen Prallkörper zu einer aufgeladenen Pulverwolke zerstäubt und sich auf einen geerdeten Gegenstand niederschlagen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverwolke ionenarm ist und durch Überwindung des Faraday-Effektes in Hohlräume eindringt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufladeelektroden (8) und die Aufladeelektrodenzuführung (39) durch eingehängte Isolierplatten (40), die an der Wand des Tauchbeckens (4) angebracht sind, abgedeckt werden, wenn sie die ganzen Wände des Tauchbeckens (4) ausfüllen, wobei diese Isolierplatten der Pulverschichthöhe (6) angepaßt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die geringe Höhe der Aufladeelektroden (8) und die eingehängten Isolierplatten (40) die Sicherheit erhöhen, da durch sie die Beschichtungszone von den hochspannungsführenden Teilen getrennt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Ansaugtrichter zusätzlich eine Wabenelektrode befindet, die neben den niederohmigen Aufladeelektroden an einen weiteren Hochspannungsanschluß angeschlossen ist und durch Überlagerung der Aufladung beider Elektrodenanordnungen eine höhere Aufladung der Pulverwolke erzielt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Tauchbecken über dem Anströmboden mehrere Ansaugtrichter vorhanden sind, wovon einige über Schwenkarme höhen- und seitensverstellbare Prallkörper haben, die zusätzlich seitliche Pulverwolken, die dem geerdeten Gegenstand angepaßt sind, erzeugen und daß vor den Prallkörpern wabenartige Elektroden oder auch nicht angeordnet sind, so daß die geladenen Pulverteilchen der Pulverwolke entweder aus der schwach fluidisierten Pulverschicht kommen oder noch zusätzlich durch die wabenartigen Elektroden aufgeladen werden und dadurch der Beschichtungseffekt verstärkt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 2, 5, 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die geladene Pulverwolke durch eine Trennplatte aus Isolierstoff mit Rückflußlöchern von der schwach fluidisierten Pulverschicht getrennt ist, wodurch zusätzlich eine höhere Sicherheit bei der Beschichtung gegeben ist und überschüssiges Pulver zurückfließen kann.

9. Verfahren nach Anspruch 2, 5, 6, 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansaugtrichter mechanisch mit geringer Frequenz gehoben und gesenkt werden, wodurch eine dichtere aufgeladene Pulverwolke erhalten wird.

10. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchbecken aus nichtbrennba-

rem Material, z. B. TROVICEL 200, besteht.

11. Vorrichtung zum elektrostatischen Beschichten von Gegenständen in einer Pulverwolke, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Sprühspalte (7), die durch Distanzstücke (24) verbunden sind, ein Elektrodenpaket (9) bilden und als niederohmige Aufladeelektrode (8) über elektrische Leiter (10) und Schutzwiderstände (22) an den Hochspannungsanschluß (11) angeschlossen sind und seitlich durch Sprühspaltverschlüsse (23) verschlossen sind, unten von einem DüSENSchlauch (14), der Düsen (12) besitzt und an Druckluft (13) angeschlossen ist, abgeschlossen sind und daß über Ansauglöcher (16) angesaugte Pulverteilchen (15) über den Sprühspalten (7) eine aufgeladene Pulverwolke (17) erzeugen und daß in die aufgeladene Pulverwolke (17) der geerdete Gegenstand (21) getaucht wird, wobei die angesaugten Pulverteilchen (15) aus einer schwach fluidisierten Pulverschicht (6) kommen, die z. B. 10 cm hoch ist und die durch Fluidisierungsluft (2) über den Anströmräum (3) und den porösen Anströmboden (5) des Tauchbeckens (4) erzeugt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Elektrodenpakte (9) über dem porösen Anströmboden (5) verteilt sind und eine Beschichtungswabe (25) bilden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Aufladung der geringen fluidisierten Pulverschicht (6) die erforderlichen Aufladeelektroden (8), die an der Wand des Tauchbeckens (4) angebracht sind, z. B. 5 bis 10 cm hoch und über dem porösen Anströmboden (5) angebracht sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 7, 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß in einer schwach fluidisierten Pulverschicht (6) ein Ansaugtrichter (26) angeordnet ist, der eine Pulverzuführung (32), Pulverzuführkanäle (33) und einen Prallkörper (28) aufweist, und sich in einer austretenden aufgeladenen Pulverwolke (17) ein geerdeter Gegenstand (21) befindet, wobei die angesaugten Pulverteilchen (15) durch an einen Hochspannungsanschluß (11) angeschlossene niederohmige Aufladeelektroden (8) aufgeladen werden.

15. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 7, 8, 9 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß der/oder die Ansaugtrichter (26) zusätzlich wabenartige Elektroden (38) haben, die an den Hochspannungsanschluß (36) angeschlossen sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß der/oder die Ansaugtrichter (26) eine Ansaugtrichterbewegung (27) haben.

17. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß einige Ansaugtrichter (26) Schwenkarme (34) haben, die seitliche Pulverwolken (35) erzeugen.

18. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverwolken (17) und (35) durch eine Trennplatte (29), die Rückflußlöcher (30) hat, von der Pulverschicht (6), in der sich die niederohmigen Aufladeelektroden (8) befinden, getrennt sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ansaugtrichter (26) eine Zerstäubungswabe (37) bilden.

20. Vorrichtung nach Anspruch 2, 5, 6, 11, 13, 14 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufladeelektroden (8) nur die Höhe der Ansaugtrichter (26), z. B. 10 cm, haben und damit völlig von der seitlichen Pul-

verwölke (35) getrennt sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 4 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Tauchbecken (4) aus nichtbrennbarem Material z. B. TROVICEL 200 besteht mit einer Wandstärke z. B. von 10 cm.

5

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

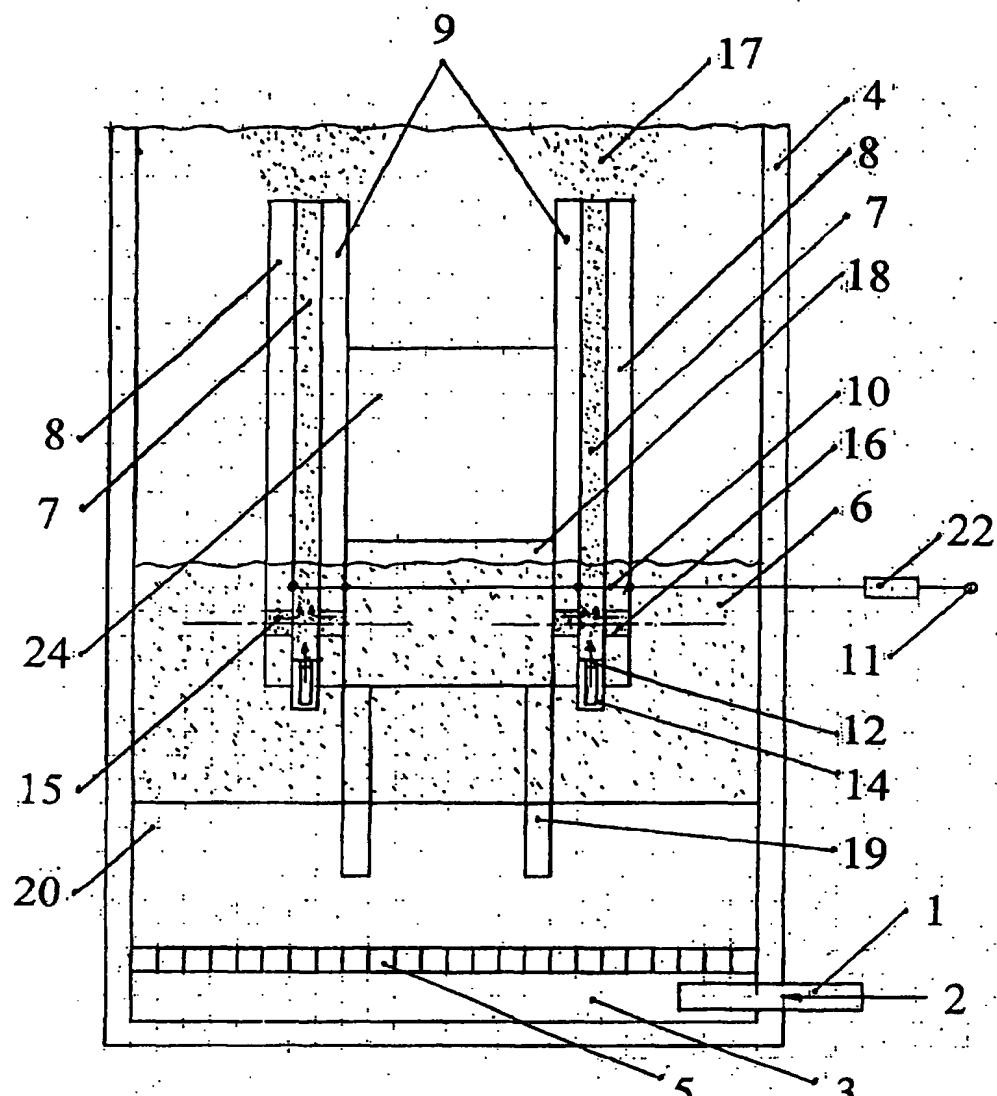


Fig. 1

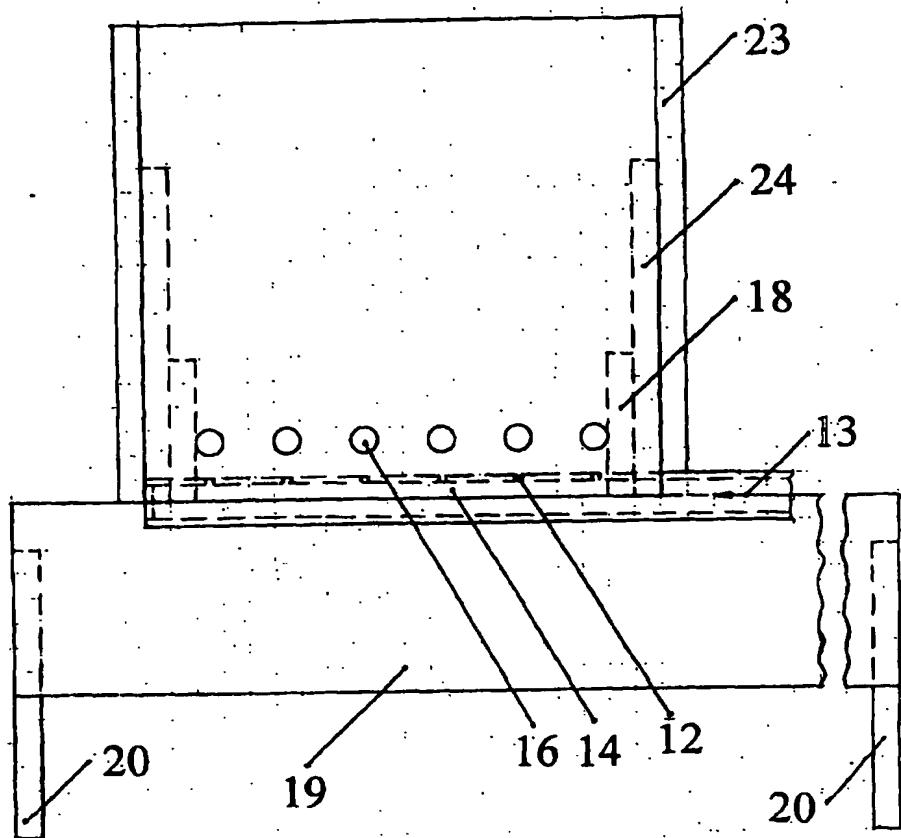


Fig. 2

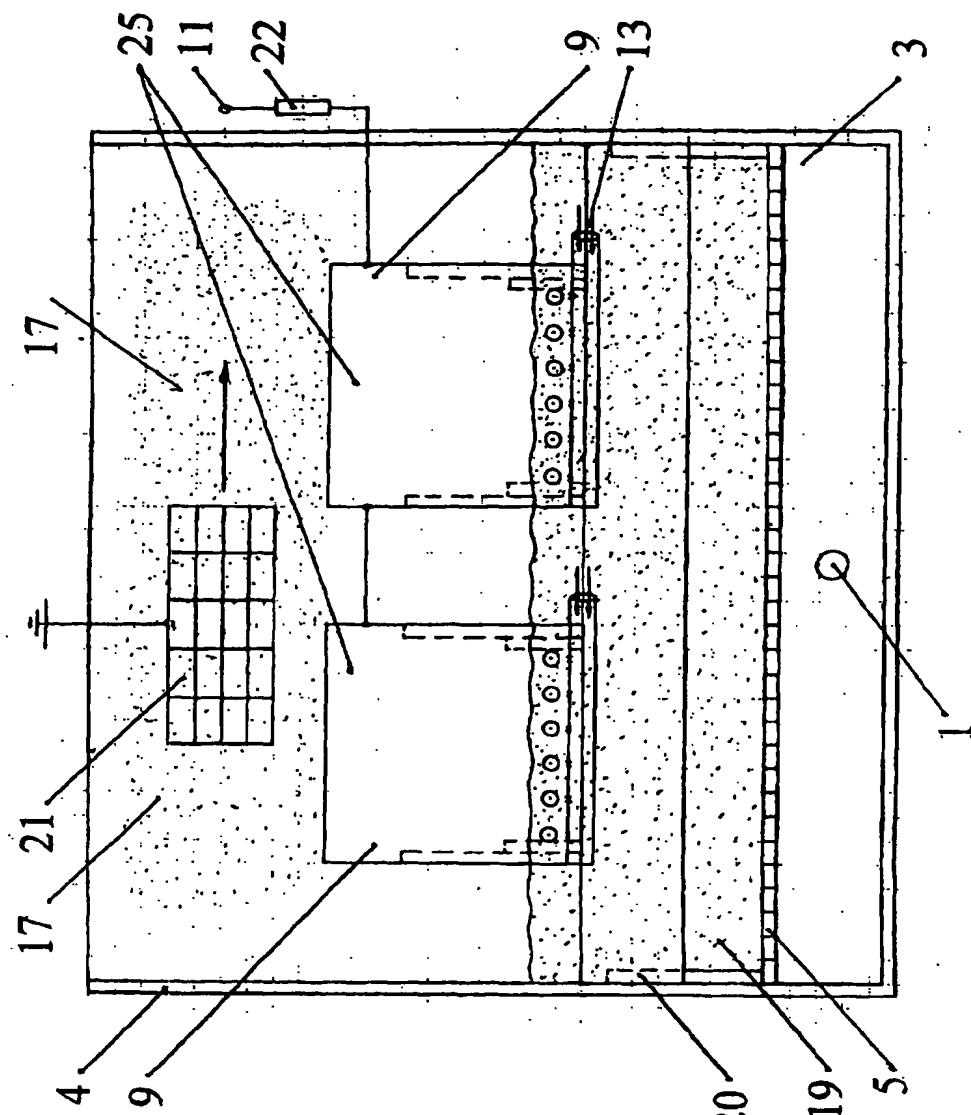


Fig. 3

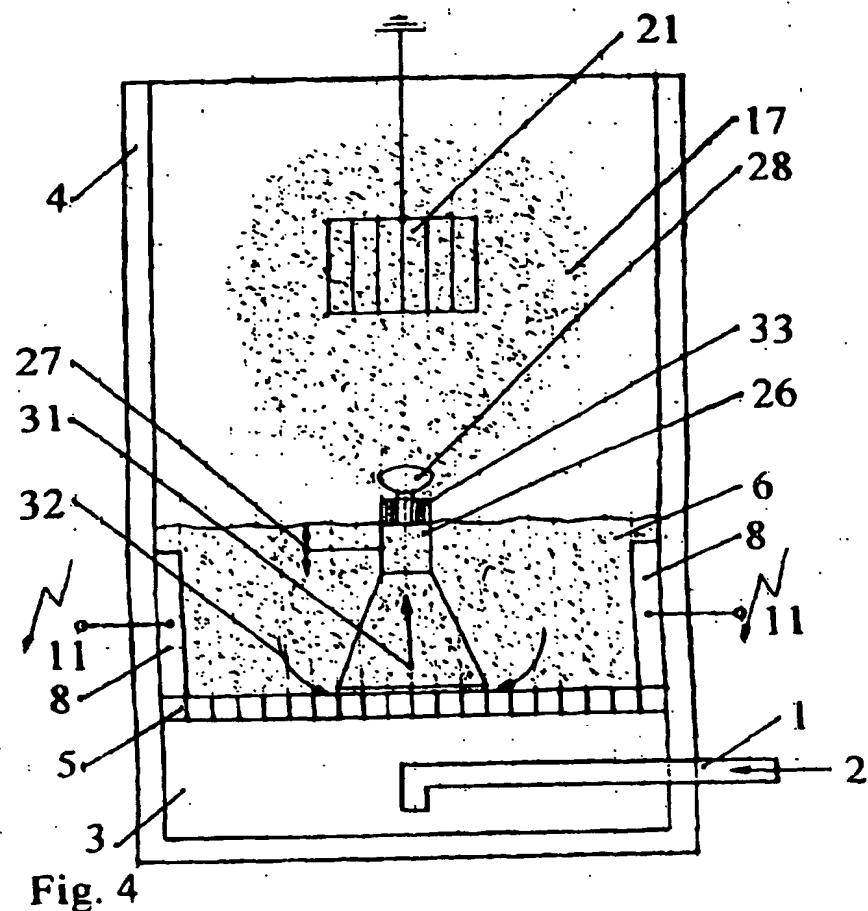


Fig. 4

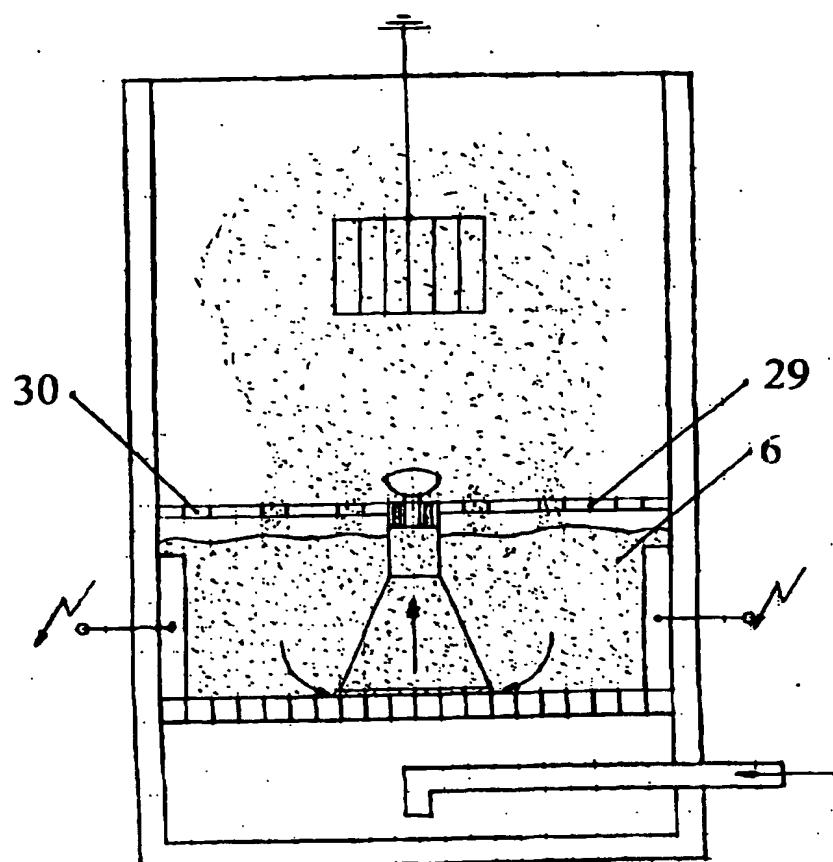


Fig. 5

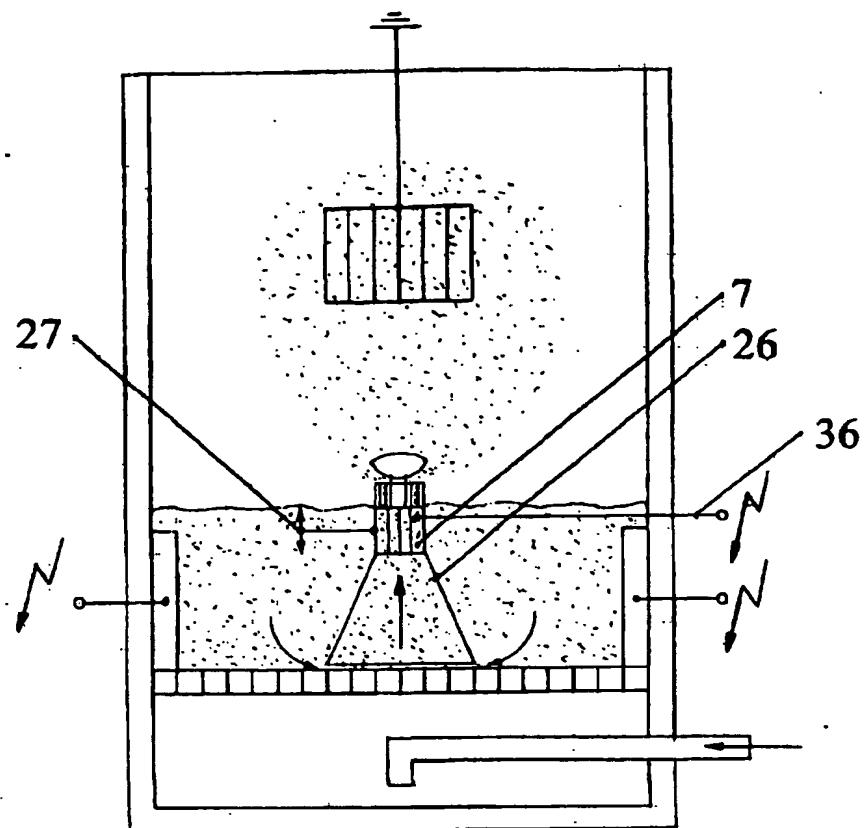


Fig. 6

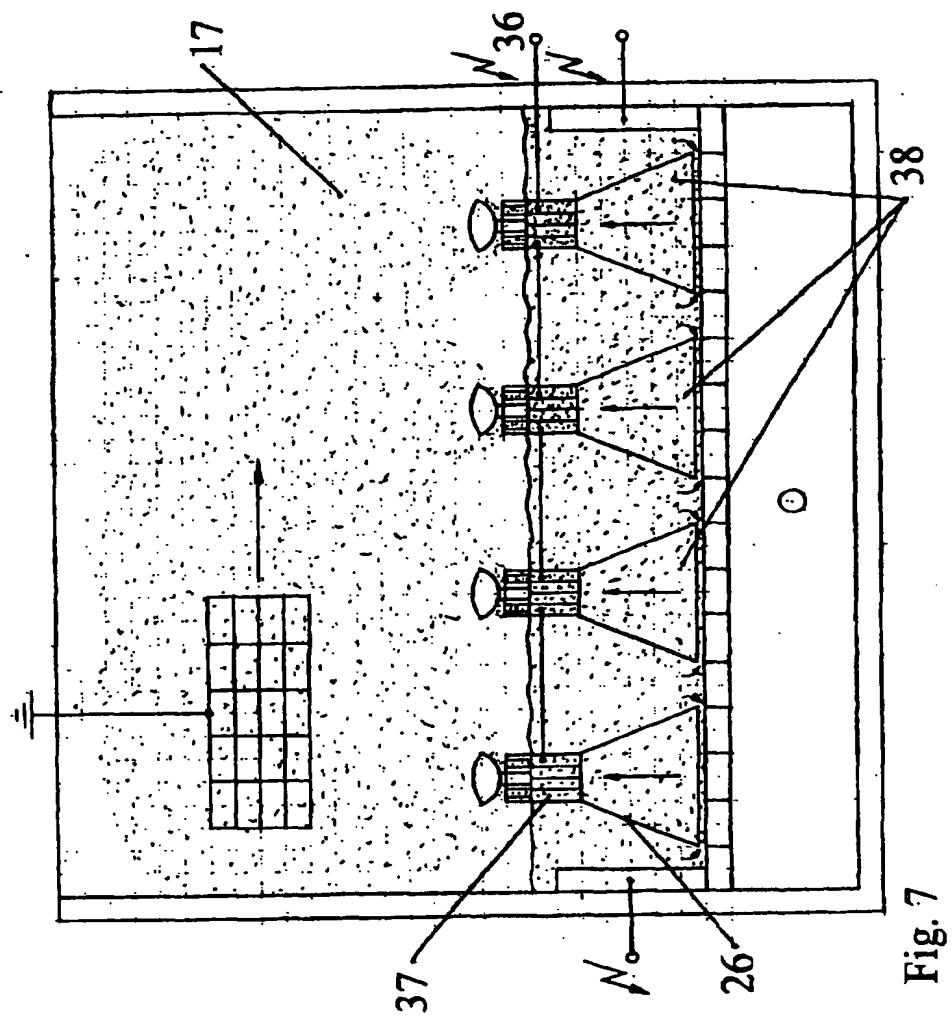


Fig. 7

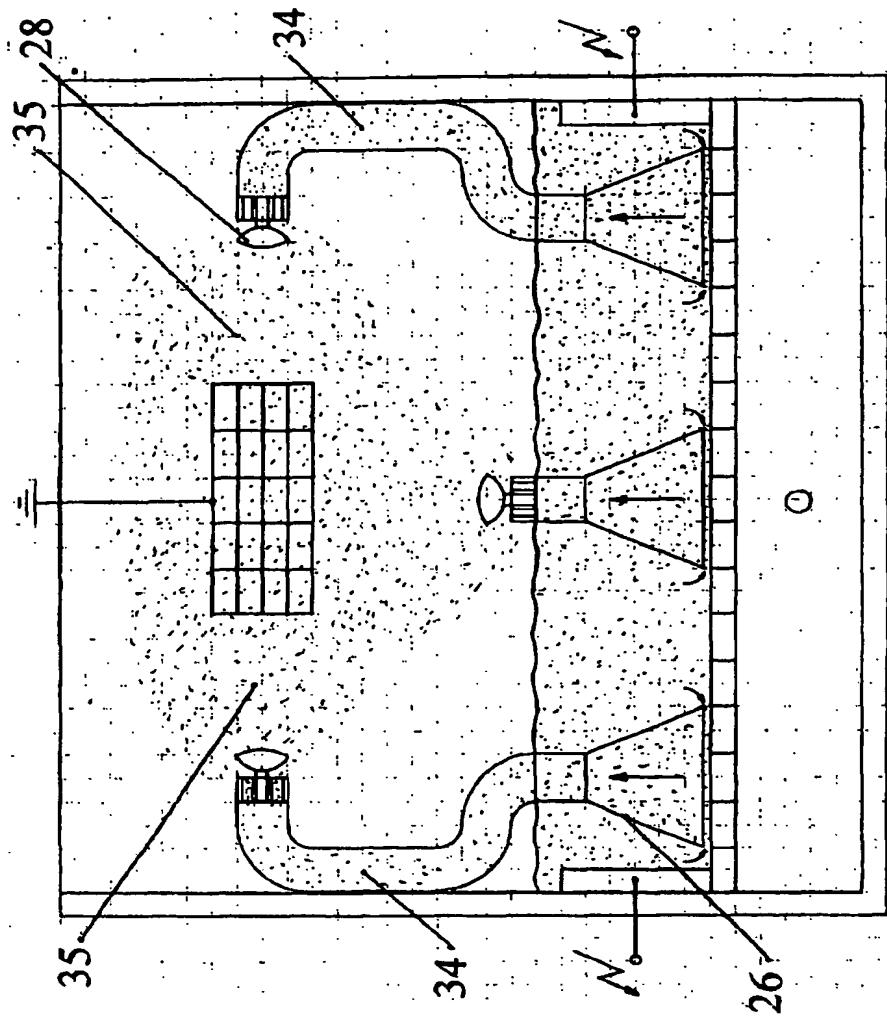


Fig. 8